

ULTRASONIC DIAGNOSTIC APPARATUS

Publication number: JP2000116651

Publication date: 2000-04-25

Inventor: MINE YOSHITAKA

Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Classification:

- **international:** H04N7/18; A61B8/00; A61B8/14; G01S7/52;
G01S15/89; G06T1/00; H04N7/18; A61B8/00;
A61B8/14; G01S7/52; G01S15/00; G06T1/00; (IPC1-7):
A61B8/00; G06T1/00; H04N7/18

- **European:** G01S15/89D9; A61B8/14; G01S7/52S2E; G01S7/52S4;
G01S15/89D1F

Application number: JP19980292150 19981014

Priority number(s): JP19980292150 19981014

Also published as:

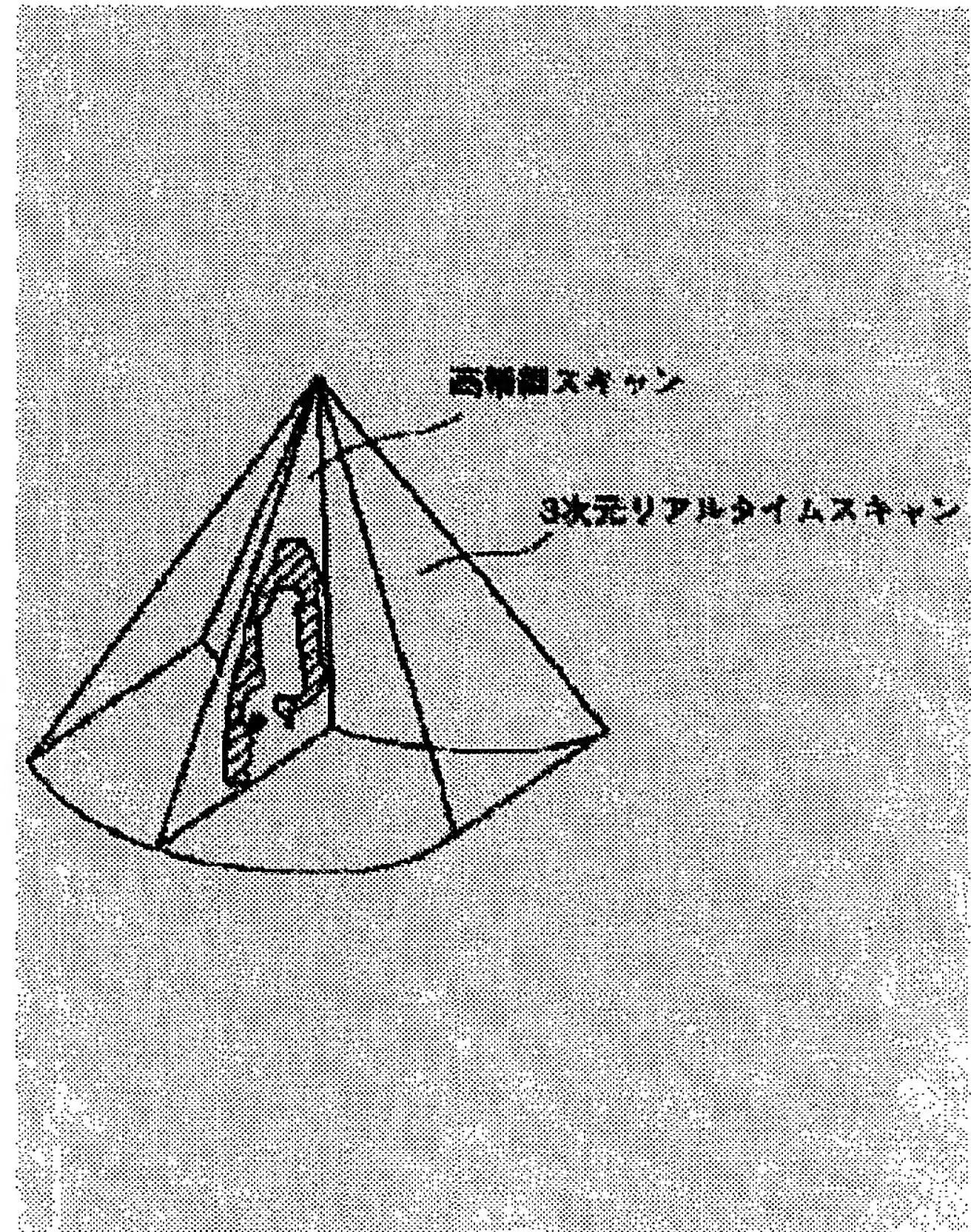
US6374674 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2000116651

PROBLEM TO BE SOLVED: To scan a three-dimensional space by real time and to display a different ultrasonic information contg. a tomographic image with a higher quality of image than the tomographic image obtd. by the conventional two-dimensional ultrasonic diagnostic apparatus.

SOLUTION: In a parallel simultaneous receiving system, a real time scan on the whole three-dimensional space and a highly fine scan on a required tomographic face are performed by switching at a specified period by changing the scanning condition. The real time scan is performed by increasing the no. of parallel simultaneous receiving and the highly fine scan is performed by decreasing the no. of parallel simultaneous receiving. A tomographic image in the arbitrary direction reconstituted from the information by three-dimensional scan and a highly fine tomographic image on a designated tomographic face are displayed in parallel in real time.



D1

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-116651
(P2000-116651A)

(43)公開日 平成12年4月25日 (2000.4.25)

(51)Int.Cl.⁷A 6 1 B 8/00
G 0 6 T 1/00
H 0 4 N 7/18

識別記号

F I

A 6 1 B 8/00
H 0 4 N 7/18
G 0 6 F 15/62テマコード^{*}(参考)
4 C 3 0 1
Q 5 B 0 5 7
3 9 0 D 5 C 0 5 4

審査請求 未請求 請求項の数11 O.L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平10-292150

(22)出願日

平成10年10月14日 (1998.10.14)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 嶺 喜隆

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会
社東芝那須工場内

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

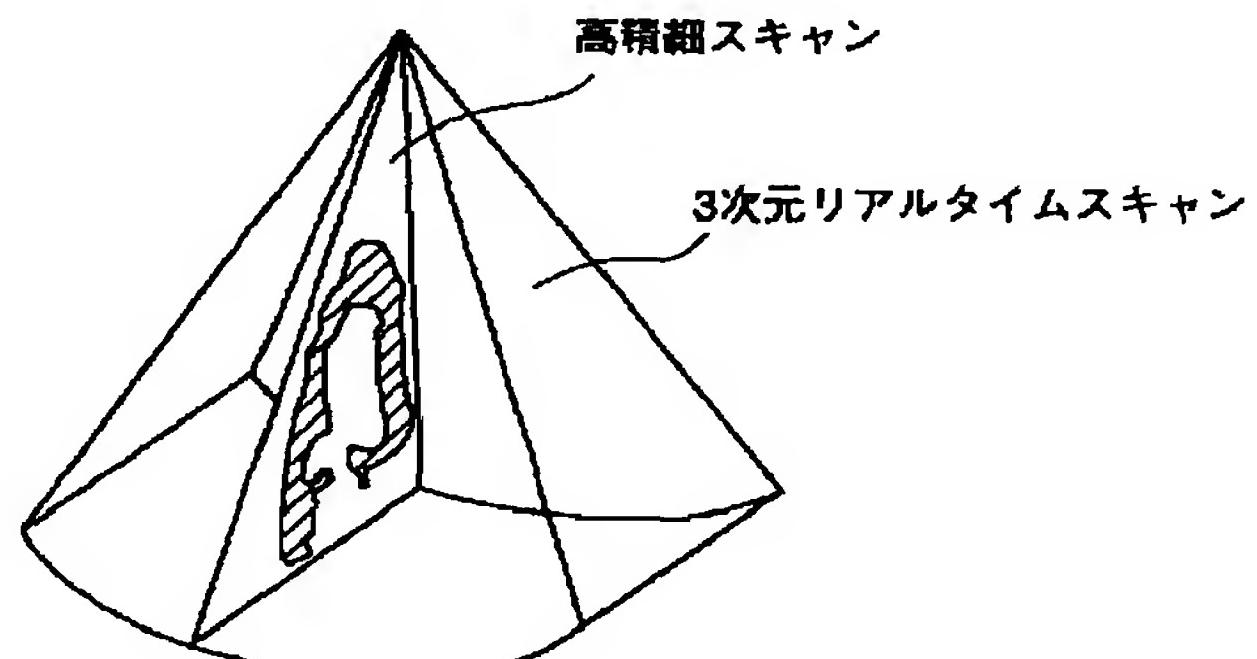
F ターム(参考) 4C301 BB13 EE07 EE13 JB50 KK19
5B057 AA09 BA05 BA21 CH18 DA04
DB03
5C054 AA01 CA08 CH02 EA01 FB03
FD01 FD05 HA12

(54)【発明の名称】 超音波診断装置

(57)【要約】

【課題】リアルタイムで3次元空間を走査することができるとともに、従来の2次元超音波診断装置で得られる断層像より高画質の断層像を含む異なる超音波情報を表示することができる超音波診断装置を提供する。

【解決手段】並列同時受信方式において、スキャン条件を変えて3次元空間全体のリアルタイムスキャンと、所望の断层面の高精細スキャンとを、所定の周期で切換えて実行する。リアルタイムスキャンは並列同時受信数を多くし、高精細スキャンは並列同時受信数を少なくして行う。3次元スキャンにより得られた情報より再構成された任意方向の断層像と、指定の断层面の高精細断層像を並列して、リアルタイムに表示する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】並列同時受信方式を用いて超音波ビームで3次元空間を走査し、3次元空間の超音波情報を表示する超音波診断装置において、並列同時受信数の異なる複数の送受信条件を設定する手段と、複数の送受信条件での送受信を所望の間隔で切換える手段とを具備し、複数の送受信条件で得られた超音波情報に基づいて異なる超音波画像を表示する超音波診断装置。

【請求項2】超音波ビームで3次元空間を走査し、3次元空間の超音波情報を表示する超音波診断装置において、

3次元空間全体を走査するための第1の送受信条件と3次元空間内の指定された一部の特定領域を走査するための第2の送受信条件とを設定する手段と、

第1、第2の送受信条件での送受信を所望の間隔で切換える手段とを具備し、

第1、第2の送受信条件で得られた超音波情報に基づいて異なる超音波画像を表示する超音波診断装置。

【請求項3】前記特定領域は超音波ビーム方向の断層面であることを特徴とする請求項2記載の超音波診断装置。

【請求項4】前記送受信条件は、送信超音波の音圧、中心周波数、帯域、波連長、および送信口径、焦点、開口面上の音圧振幅の重み付け関数、さらに受信時の中心周波数、帯域、および受信口径、焦点、開口面上の音圧振幅の重み付け関数、送信および受信のラスター密度、およびモードの少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項1、または2記載の超音波診断装置。

【請求項5】前記第1の送受信条件は並列同時受信数が多く、前記第2の送受信条件は並列同時受信数が少ないと特徴とする請求項2記載の超音波診断装置。

【請求項6】前記第2の送受信条件は送信ビーム幅が前記第1の送受信条件よりも細いことを特徴とする請求項5に記載の超音波診断装置。

【請求項7】前記第2の送受信条件はティッシュハーモニックモードの送受信条件であることを特徴とする請求項5に記載の超音波診断装置。

【請求項8】前記第2の送受信条件はカラードプラモードの送受信条件であることを特徴とする請求項5に記載の超音波診断装置。

【請求項9】前記第1の送受信条件は造影剤に含まれる微小気泡の消失を低減するために低音圧であり、前記第2の送受信条件は気泡の消失時に発生する信号を効率良く検出するために高音圧であることを特徴とする請求項2記載の超音波診断装置。

【請求項10】前記第2の送受信条件は同一方向に複数回超音波ビームを送信する多段送信方式であることを特徴とする請求項9記載の超音波診断装置。

【請求項11】並列同時受信方式を用いて超音波ビームで3次元空間を走査し、3次元空間の超音波情報を得る超音波診断装置において、

3次元空間の中心から離れるにつれて超音波ビームの走査間隔を狭く、あるいは並列同時受信数を小さくする手段を具備することを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波ビームを3次元空間で走査し、3次元超音波画像を表示する超音波診断装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、超音波ビームをリアルタイムに3次元的に走査し、3次元空間の超音波情報をリアルタイムに表示するリアルタイム3次元超音波診断装置が研究されている。ここでは、2次元アレイプローブが用いられ、超音波ビームを3次元空間で電子的に走査し、任意の断層面の情報、あるいは3次元情報を表示することができる。所望の空間をリアルタイムに走査するために、一回の超音波の送信において複数方向に受信ビームを形成し、複数方向の超音波エコーを同時に収集する並列同時受信技術が利用されている。

【0003】しかしながら、並列同時受信を行う場合、ビーム幅の広い送信が必要とされることにより、必然的に送信感度の劣化が発生する。同様に、送信ビームが広いことにより、空間分解能の劣化も発生する。また、2次元アレイプローブの各素子は、従来の1次元アレイプローブの各素子の大きさの30分の1以上小さくなることが予想され、送信音圧が低下し、送受信のS/Nの劣化が発生する。

【0004】送信音圧の低下は、BモードのS/N劣化となり、さらにカラー感度劣化が深刻になる。また、可能な限りの高音圧送信を必要とするティッシュハーモニックモードやコントラストエコーモードでも、送信音圧の低下は問題となる。リアルタイム3次元超音波診断には、従来のBモードの超音波診断装置と同等以上の画質が求められ、空間分解能の劣化は許容できない問題である。

【0005】また、並列同時受信により3次元スキャンをする場合、特にセクター型プローブでは、開口面鉛直方向にビームを走査する時に比べ斜め方向にビームを走査する時は、素子の指向特性の影響で感度が劣化する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】このように従来のリアルタイム3次元超音波診断装置は、リアルタイムで3次元空間を走査し3次元画像を表示するために、送信ビーム幅を広くし、同時に複数方向からのエコー信号を受信する（並列同時受信数を増やす）ことでフレームレートを向上していた。しかし、このようにしてフレームレートを向上すると、リアルタイム性は良くなるものの、感

度、空間分解能、S/Nの劣化や、送信音圧の低下が生じ、画質が犠牲になっていた。また、従来の並列同時受信方式では、開口面鉛直方向にビームを走査する時に比べ、斜め方向にビームを走査する時は、感度が劣化する。

【0007】したがって、本発明の目的は、リアルタイムで3次元空間を走査することができるとともに、従来の2次元超音波診断装置で得られる断層像より高画質の断層像を含む異なる超音波情報を表示することができる超音波診断装置を提供することである。また、本発明の他の目的は、並列同時受信方式において、開口面鉛直方向と斜め方向とで感度が変わることがない超音波診断装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決し目的を達成するために、本発明は以下に示す手段を用いていく。

(1) 本発明の超音波診断装置は、並列同時受信方式を用いて超音波ビームで3次元空間を走査し、3次元空間の超音波情報を表示する超音波診断装置において、並列同時受信数の異なる複数の送受信条件を設定する手段と、複数の送受信条件での送受信を所望の間隔で切換える手段とを具備し、複数の送受信条件で得られた超音波情報に基づいて異なる超音波画像を表示するものである。

【0009】このため、3次元空間をリアルタイムで走査しつつ、画質の異なる複数の超音波画像を得て、表示することができる。

(2) 本発明の超音波診断装置は、超音波ビームで3次元空間を走査し、3次元空間の超音波情報を表示する超音波診断装置において、3次元空間全体を走査するための第1の送受信条件と3次元空間内の指定された一部の特定領域を走査するための第2の送受信条件とを設定する手段と、第1、第2の送受信条件での送受信を所望の間隔で切換える手段とを具備し、第1、第2の送受信条件で得られた超音波情報に基づいて異なる超音波画像を表示するものである。

【0010】このため、3次元画像情報が得られるとともに、所定の領域の高精細な画像情報を得て、表示することができる。

(3) 本発明の超音波診断装置は、上記(2)に記載した超音波診断装置であって、かつ特定領域は超音波ビーム方向の断層面であるものである。

【0011】このため、3次元画像情報が得られるとともに、所定の断層面の高精細な画像情報を得て、表示することができる。

(4) 本発明の超音波診断装置は、上記(1)、または(2)に記載した超音波診断装置であって、かつ受信条件は、送信超音波の音圧、中心周波数、帯域、波連長、および送信口径、焦点、開口面上の音圧振幅の重み付け

関数、さらに受信時の中心周波数、帯域、および受信口径、焦点、開口面上の音圧振幅の重み付け関数、送信および受信のラスター密度の少なくとも一つを含むものである。

【0012】このため、画質が異なる複数の画像を得て、表示することができる。

(5) 本発明の超音波診断装置は、上記(2)に記載した超音波診断装置であって、かつ第1の送受信条件は並列同時受信数が多く、第2の送受信条件は並列同受信数が少ないものである。

【0013】このため、第1の送受信条件で3次元空間全体をリアルタイム性良く走査可能であり、第2の送受信条件で特定領域を高精細に走査可能である。

(6) 本発明の超音波診断装置は、上記(5)に記載した超音波診断装置であって、かつ第2の送受信条件は送信ビーム幅が第1の送受信条件よりも細いものである。

【0014】このため、第2の送受信条件で特定領域を高精細に走査可能である。

(7) 本発明の超音波診断装置は、上記(5)に記載した超音波診断装置であって、かつ第2の送受信条件はティッシュハーモニックモードの送受信条件である。

【0015】このため、第2の送受信条件は高音圧とし、S/N、分解能を向上することができる。

(8) 本発明の超音波診断装置は、上記(5)に記載した超音波診断装置であって、かつ第2の送受信条件はカラードプラモードの送受信条件である。

【0016】このため、第2の送受信条件は高音圧とし、カラー感度を向上することができる。

(9) 本発明の超音波診断装置は、上記(2)に記載した超音波診断装置であって、かつ第1の送受信条件は低音圧であり、第2の送受信条件は高音圧である。

【0017】このため、第1の送受信条件で造影剤に含まれる微小気泡の消失をできるだけ低減し、第2の送受信条件で気泡の消失時に発生する信号を効率良く検出することにより、コントラストエコーモードの撮影を高S/N、高分解能で行うことができる。

【0018】(10) 本発明の超音波診断装置は、上記(9)に記載した超音波診断装置であって、かつ第2の送受信条件は同一方向に複数回超音波ビームを送信する多段送信方式である。

【0019】このため、第2の送受信条件で特定領域を高精細に、しかも短時間に走査可能である。

(11) 本発明の超音波診断装置は、並列同時受信方式を用いて超音波ビームで3次元空間を走査し、3次元空間の超音波情報を得る超音波診断装置において、3次元空間の中心から離れるにつれて超音波ビームの走査間隔を狭く、あるいは並列同時受信数を小さくする手段を具備するものである。このため、並列同時受信方式により3次元スキャンをする場合、ビームの走査方向が中心方向でも斜め方向でも等しい感度で超音波情報を得ること

ができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明による超音波診断装置の実施形態を説明する。

第1実施形態

図1は本発明の第1実施形態に係るリアルタイム3次元超音波診断装置の構成を示すブロック図である。2次元アレイプローブ12は、例えば64チャンネル×64チャンネル(4,096チャンネル)程度の2次元配列された振動子から構成されており、各チャンネルの振動子が直接、あるいは図示しないスイッチ(プローブケース、プローブコネクタ内に設置)を介して装置本体14に接続されている。

【0021】装置本体14は、送受信回路16を有し、送受信回路16内の送信器18から送信焦点に対応して各チャンネル(CH)に設定された遅延時間を持った送信パルスが送受切替(T/R)スイッチ20を介して各チャンネルの振動子に供給される。送信パルスがプローブ12により音圧信号に変換され、送信される。

【0022】生体からのエコーは再びプローブ12の設定された所望のCHで受信され、プリアンプ22で増幅され、ビームフォーマ回路24で各送信方向毎にビームフォーマ(BFi)24-i(i=1~n)で遅延時間が与えられ、所望の受信焦点に合わせて受信ビームが形成される。

【0023】ビームフォーマ回路24はシステムバス26に接続される。システムバス26にはエコープロセッサ28、ドプラプロセッサ30、3Dプロセッサ32、アプリケーションプロセッサ34、ホストCPU36、表示ユニット38が接続される。エコープロセッサ28はエコー信号の輝度に応じたBモード断層像を生成する。ドプラプロセッサ30はエコー信号のドプラ成分を検出して、血流の向き、速度等に関する血流情報を得て、これらをBモード断層像上にカラーで表示するカラーフローマッピング像を生成する。3Dプロセッサ32は多数断層面の3次元画像情報から鳥瞰図等の3次元画像を生成する。アプリケーションプロセッサ34は応用計測ソフトウェアや3次元再構成ソフトウェア(専用ハードウェア化も可)を実行する。応用計測ソフトウェアは、画像から左室内膜を自動検出したり、ドプラ画像から流量を計算するものである。ホストCPU36には、キーボード42、マウス44、トラックボール46等の指示入力部材が設置、あるいは接続されている操作パネル40が接続される。表示ユニット38にはモニタ装置48が接続される。

【0024】このような構成の本実施形態の作用を次に説明する。本実施形態は、並列同時受信方式を実施するに際して、並列同時受信数を変更した複数の送受信条件を設定可能であり、これら複数の送受信条件が所定の間隔で切換えられる。通常は、所定のフレームレートを確

10

20

30

40

50

保して3次元リアルタイムスキャンを行う。ここでは、ある程度以上のフレームレートで3次元空間を走査するために、図2(a)に示すように、太い送信ビームで複数方向からの受信信号を検出する並列同時受信技術を積極的に利用する(並列同時受信数を大きくする)。操作者はキーボード42、マウス44、トラックボール46等の指示入力部材により、超音波ビーム方向の所望の断層面を指定する。指定された断層面は、3次元スキャンとは独立に所望の時間間隔で高精細に走査される。ここでは、図2(b)に示すように、送信ビームを細くし、並列同時受信数を小さくし、高感度で高分解能に信号を検出する。特に、断層面と直交するスライス方向のビーム幅は最適な焦点・口径条件に設定される。場合によっては、3次元スキャンよりラスター間隔を小さくしたら、複数焦点に複数回送信する多段送信法を併用する。なお、ラスター間隔の大小に限らず多段送信法は有効である。すなわち、ラスター間隔は操作方向の分解能向上策であり、多段送信法はスライス方向の分解能向上策である。指定された断層面の感度、分解能は従来の2次元超音波装置以上の性能であることが望ましく、スライス方向を含めた送受信開口面上の重み付け処理、スキャン方向とスライス方向の両方に対する最適な焦点設定を行うことにより、感度、分解能を向上する。さらに、3次元スキャンでは、感度重視の観点より、生体減衰の小さい送信周波数が比較的低周波の超音波でスキャンを行う場合もあるが、その場合でも指定断層面は、高周波を含む所望の周波数条件(すなわち、現在の1次元プローブで実現している所望の周波数条件)で走査し、高解像度のBモード像を形成することができる。

【0025】図3は、3次元リアルタイムスキャンの走査範囲と、高精細スキャンの断層面との関係を示す。図3では、3次元画像を図示省略しているが、超音波ビーム方向で指定された断層面については、高精細で高感度な画像が高分解能で表示されている。

【0026】3次元リアルタイムスキャンによる画像と、高精細スキャンによる断層像の表示は様々な様相が考えられるが、一例を挙げると、図4に示すように、3次元スキャンにより得られた情報より再構成された任意方向の任意断層像52と、指定の断層面の高精細断層像54を並列して、リアルタイムに表示することが考えられる。任意断層像52がロードマップとなり、高精細断層像54の断層位置が破線56で表示される。この状態で、キーボード42、マウス44、トラックボール46等の指示入力部材により断層面の位置を変えると、それに応じて高精細スキャンの断層面が変わり、高精細断層像44も変わる。なお、3次元リアルタイムスキャンによる画像は任意断層像42に限らず、所定の視線方向(例えば、斜め上)から見た写像(いわゆる3次元画像)でもよい。写像は3Dプロセッサ32で画像再構成される。

【0027】以上説明したように、本実施形態によれば、リアルタイムに3次元空間を走査し、3次元空間の超音波情報を収集する送受信条件と、ある設定された断層面を高精細に走査する送受信条件を切換えながら走査する。具体的には、並列同時送受信方式において並列同時受信数を変えることにより、フレームレート、あるいは画質を制御する。3次元リアルタイムスキャンは、フレームレートをある程度高く(20Hz程度)維持するために、並列同時受信法を積極的に利用し(並列同時受信数を大きくする)、小さいラスタ密度でスキャンを行う。一方、高精細な画像を形成する断層面については、並列同時受信段数を小さくし、ラスタ密度を大きくする。さらに、1.5次元的な走査や、ハーモニック法も組み合わせてもよい。1.5次元的な走査とは、1次元と2次元の中間的な走査である。1次元走査は横一列に配置された振動子アレイを用い、2次元走査は縦横に配置された振動子アレイを用い、1.5次元走査は横に100、縦に10程度配置された振動子アレイを用いる。ただし、1次元、1.5次元走査では超音波は一断層面を走査し、2次元走査では超音波は3次元空間を自由に走査する。1次元と1.5次元の差は1.5次元では縦方向にも振動子が多少配列されているので、スライス方向のビームをある程度制御でき、スライス方向のビーム特性を改善した画像を形成することができる。本発明を1.5次元走査に適用する場合は、2次元アレイプローブを用いているが、第2の送信条件では指定断面を走査し、その際、縦方向のアレイを制御し、スライス方向のビームを最適に制御する。また、ハーモニック法は1つの送受信条件を定義するもので、高精細スキャンの一条件として設定する。造影剤と組み合せたときは、造影剤検出のための一条件である。

【0028】このようにして得られた2種類の超音波情報に基づいて、3次元画像、あるいは所望の位置の断層像がリアルタイムに表示されるとともに、高精細な断層像もリアルタイムに表示される。したがって、3次元空間の情報がリアルタイムに表示され、かつ関心領域についての高精細な画像が同時に表示されるので、3次元空間のラフな形態の動画情報、あるいは機能情報と、特定領域の高精細な断層像情報が得られ、診断能が著しく向上する。

【0029】第2実施形態

以下、本発明による装置の他の実施形態を説明する。他の実施形態の説明において第1実施形態と同一部分は同一参照数字を付してその詳細な説明は省略する。

【0030】第2実施形態のブロック図は第1実施形態のブロック図と同一であるので、図示省略する。第2実施形態は、第1実施形態と比べてスキャンのモードが異なる。第1実施形態では、3次元リアルタイムスキャンも高精細スキャンもいずれもBモード断層像を得るために走査であったが、第2実施形態では、3次元スキャン

はBモード用の走査あるいはカラードプラ用の走査であり、指定された断層面の高精細スキャンは、カラードプラ用の走査(Bモード+C FMモード)である。3次元リアルタイムスキャンは第1実施形態と同様に図2(a)に示したように、太い送信ビームで複数方向からの受信信号を検出する並列同時受信技術を積極的に利用し(並列同時受信数を大きくし)て行われ、高精細スキャンも第1実施形態と同様に図2(b)に示したように、細いビームにより行う。高精細スキャンの送受信条件は、血流信号の検出能を最重視し、送受信周波数や口径・スキャン方向とスライス方向両方に対する最適な焦点設定を行い、従来の2次元超音波装置で得られるBモード断層像以上の画質を実現する。

【0031】図5は、3次元リアルタイムスキャンの走査範囲と、高精細スキャンの断層面との関係を示す。図5でも、3次元画像を図示省略しているが、超音波ビーム方向で指定された断層面については、高精細で高感度なカラードプラ像(血流像)が高分解能で表示されている。

【0032】表示の態様は第1実施形態と同様であり、図4に示すように任意方向の任意断層像と、指定の断層面の高精細断層像を並列して、リアルタイムに表示してもよいし、3次元画像と、指定の断層面の高精細断層像を並列して表示してもよい。

【0033】本実施形態によっても、リアルタイムに3次元空間を走査し、3次元空間の超音波情報を収集しつつ、ある設定された断層面を高精細に走査することにより、3次元空間の情報がリアルタイムに表示され、かつ関心領域についての高精細な画像が同時に表示されるので、3次元空間のラフな形態の動画情報、あるいは機能情報と、特定領域の高精細な断層像情報が得られ、診断能が著しく向上する。

【0034】第3実施形態

第3実施形態のブロック図も第1実施形態のブロック図と同一であるので、図示省略する。第3実施形態はコントラストエコーモードに関する実施形態であり、音圧を異ならすことにより送受信条件を異ならせている。3次元モニタースキャンでは、図2(a)に示すように太いビームを用いて、かつ造影剤に含まれる微小気泡を壊さない程度の低音圧で3次元空間をリアルタイムに走査する。指定された断層面では、図2(b)に示すように細いビームを用いて、かつ高音圧で送信し、造影剤(微小気泡)からの信号を高感度に検出する(フラッシュスキャン)。フラッシュスキャンの送受信条件、特に焦点の設定は、断層面内の音圧分布を考慮し、スキャン方向とスライス方向両方に対する最適な設定を行い、従来の2次元超音波装置で得られるBモード断層像以上の画質を実現する。造影剤の場合は、ハーモニックモードをベースに送受信することが有効と考えられる。また、ドップラ法と併用される(フラッシュをドップラモード、あるいは

はハーモニックドプラモードで行う) 場合もある。

【0035】図6は、3次元リアルタイムスキャンの走査範囲と、フラッシュスキャンの断層面との関係を示す。図6でも、3次元画像を図示省略しているが、超音波ビーム方向で指定された断層面については、高精細で高感度なフラッシュスキャン像(間欠的な高精細像、すなわち造影剤の染影像)が高分解能で表示されている。

【0036】表示の様子は第1実施形態と同様であり、図4に示すように任意方向の任意断層像と、指定の断層面の高精細フラッシュスキャン像を並列して、リアルタイムに表示してもよいし、3次元画像と、指定の断層面の高精細フラッシュスキャン像を並列して表示してもよい。

【0037】本実施形態によっても、リアルタイムに3次元空間を走査し、3次元空間の超音波情報を収集しつつ、ある設定された断層面を高精細に走査することにより、3次元空間の情報がリアルタイムに表示され、かつ関心領域についての高精細な画像が同時に表示されるので、3次元空間のラフな形態の動画情報、あるいは機能情報と、特定領域の高精細な断層像情報が得られ、診断能が著しく向上する。

【0038】なお、本実施形態の変形例としては、指定された断層面を最適な音圧で気泡の消失を抑えながら、3次元スキャンより高フレームレートに観察してもよい。すなわち、実施形態では、リアルタイムの形態動画像と染影像の表示を説明したが、変形例は、気泡の消失を低減しながら、例えば低音圧のハーモニックモードで造影剤の染影の3次元リアルタイム像を表示し、間欠的な高感度、高精細なフラッシュ像を表示するものである。

【0039】第4実施形態

上述した実施形態は、送受信条件として並列同時受信数、音圧等を一律に変えたが、第4実施形態は超音波ビームの走査方向毎に条件を変えるものである。これは、並列同時受信により3次元スキャンをする場合、特にセクター型プローブでは、開口面鉛直方向にビームを走査する時に比べ斜め方向にビームを走査する時は、素子の指向特性の影響で感度が劣化することを補償するためである。すなわち、図7に示すように、プローブの開口面鉛直方向(3次元空間の中心)から離れるにつれて超音波ビームの走査間隔を狭くして、感度の低下をラスター密度の増加で補償する。図7の3次元走査範囲を示すピラミッドの底面の点は、受信ラスターと底面の交点であり、ラスター密度を示す。図7は、超音波ビームの走査間隔を狭くして、ラスター密度を増加したが、斜め方向では送信ビームを狭くし、並列同時受信数を小さくすることによっても感度改善を行うことができる。

【0040】このように3次元スキャンの中心方向と斜め方向とで、ラスター密度を変えることにより、並列同時受信方式において、開口面鉛直方向と斜め方向とで感度

が変わることを防止できる。

【0041】本発明は上述した実施形態に限定されず、種々変形して実施可能である。例えば、上述の説明では送受信条件は並列送受信数としたが、これ以外に、送信超音波の音圧、中心周波数、帯域、波連長、および送信口径、焦点、開口面上の音圧振幅の重み付け関数、さらに受信時の中心周波数、帯域、および受信口径、焦点、開口面上の音圧振幅の重み付け関数、送信および受信のラスター密度、およびモードの少なくとも一つであってもよい。また、第4実施形態は他の実施形態と組み合わせてもよい。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、下記のような作用効果を奏する超音波診断装置を提供することができる。3次元空間の超音波画像、あるいは3次元空間内の任意断層像をロードマップとして表示とともに、所望の断層面の断層像を従来の2次元超音波診断装置による断層像より高S/N、高分解能で表示することにより、3次元空間の情報がリアルタイムに表示され、かつ関心領域についての高精細な画像が同時に表示され、3次元空間のラフな形態の動画情報、あるいは機能情報と、特定領域の高精細な断層像情報が得られ、診断能が著しく向上する。本発明をドプラ法に適用した場合は、血管の位置を3次元的に把握しながら、従来より高感度に所望の断層面の血流を検出できる。また、本発明をコントラストエコー法に適用した場合は、3次元的な形態の動きを観察しながら、所望の断層面の組織血流や血管の染影像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による超音波診断装置の第1実施形態の構成を示すブロック図。

【図2】第1実施形態における3次元リアルタイムスキャンと高精細スキャンの送受信条件を説明する図。

【図3】第1実施形態における3次元リアルタイムスキャンと高精細スキャンの走査範囲を示す図。

【図4】第1実施形態における3次元リアルタイムスキャンによる画像と高精細スキャンによる画像の表示の一例を示す図。

【図5】第2実施形態における3次元リアルタイムスキャンと高精細スキャンの走査範囲を示す図。

【図6】第3実施形態における3次元リアルタイムスキャンと高精細スキャンの走査範囲を示す図。

【図7】第4実施形態の原理を説明するために、超音波ビームの方向により走査間隔を変える様子を示す図。

【符号の説明】

12…2次元アレイプローブ

16…送受信回路

24…ビームフォーマ回路

28…エコープロセッサ

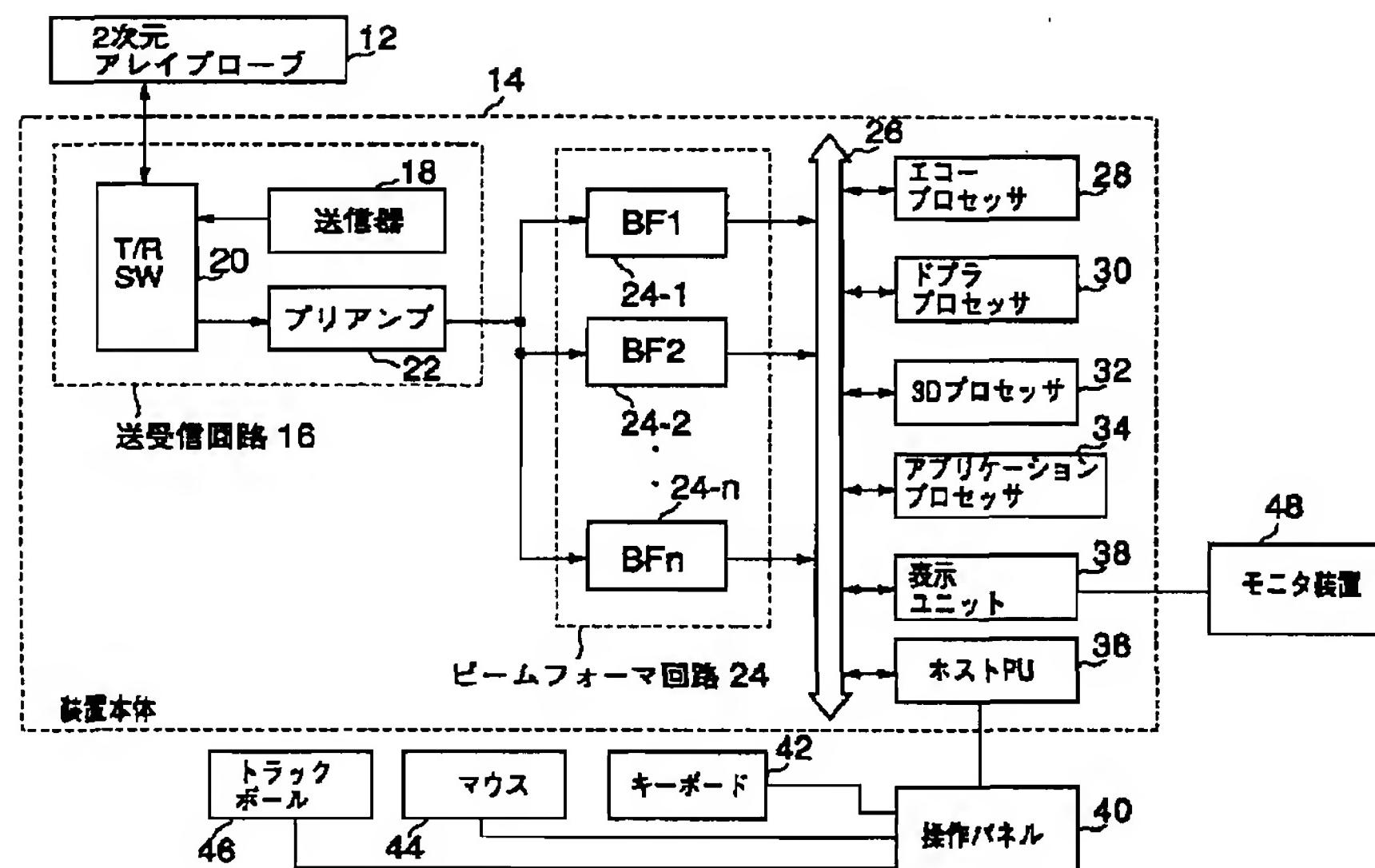
30…ドプラプロセッサ

32…3Dプロセッサ
40…操作パネル

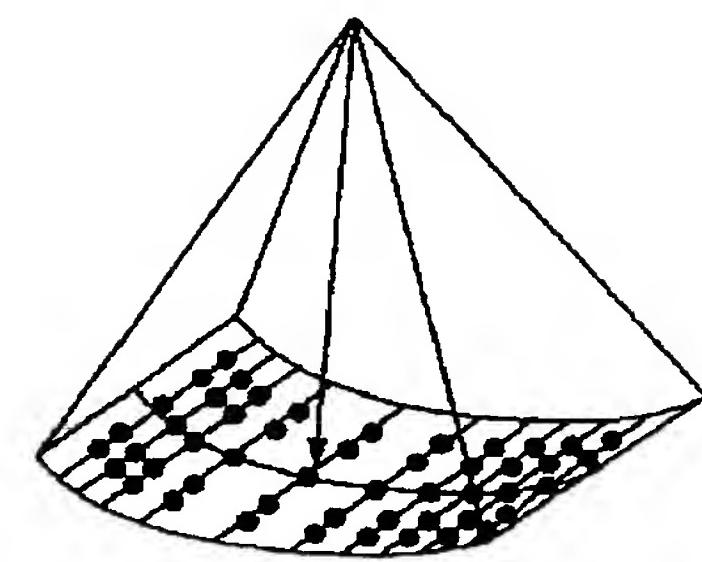
* 48…モニタ装置

*

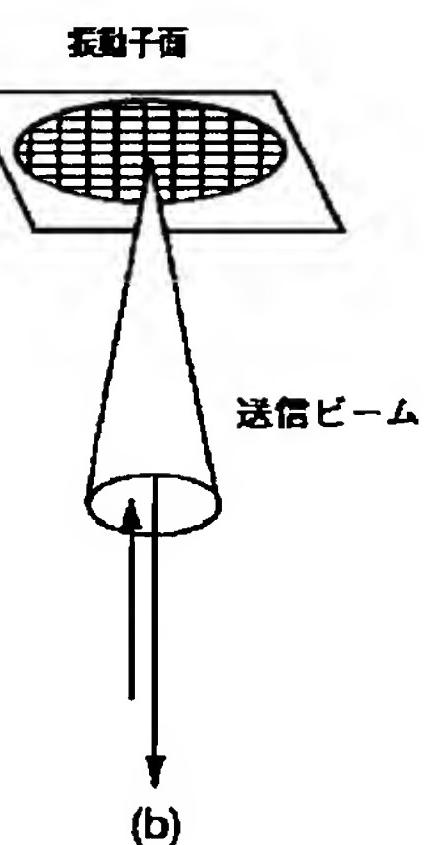
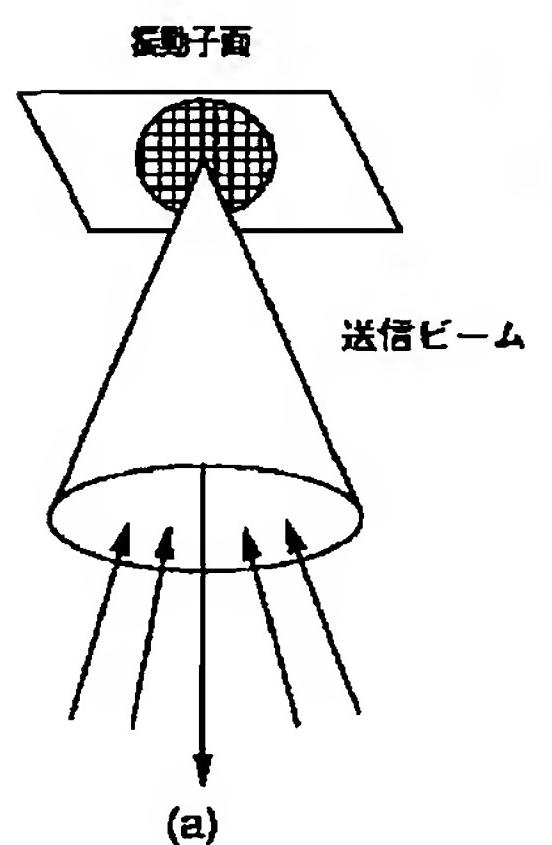
【図1】



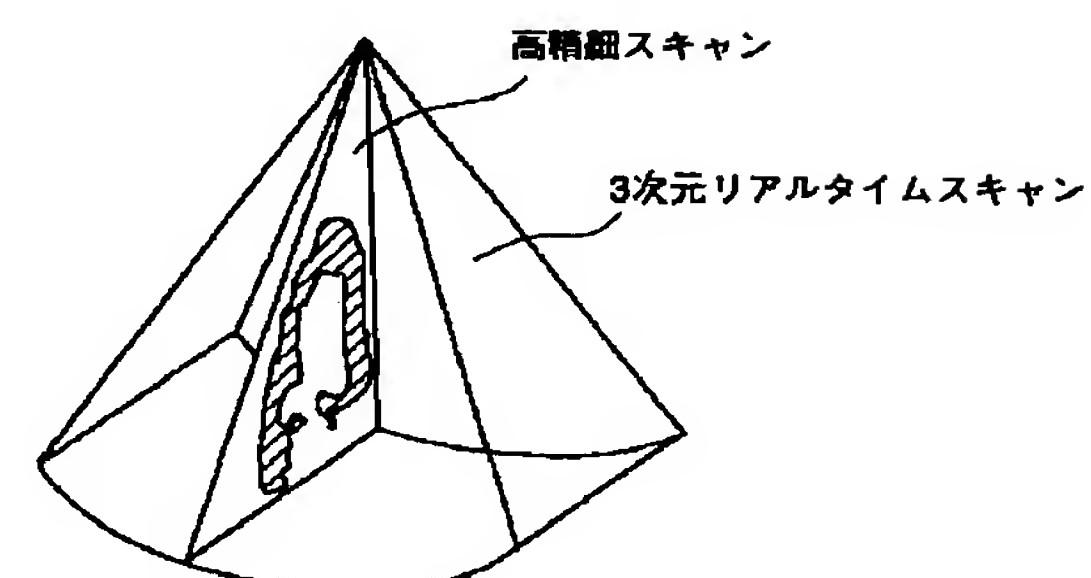
【図7】



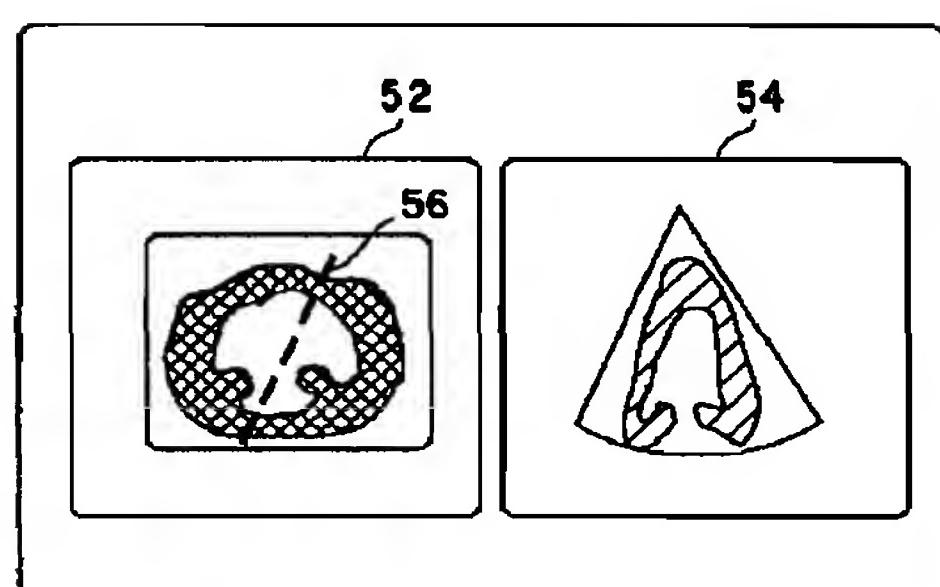
【図2】



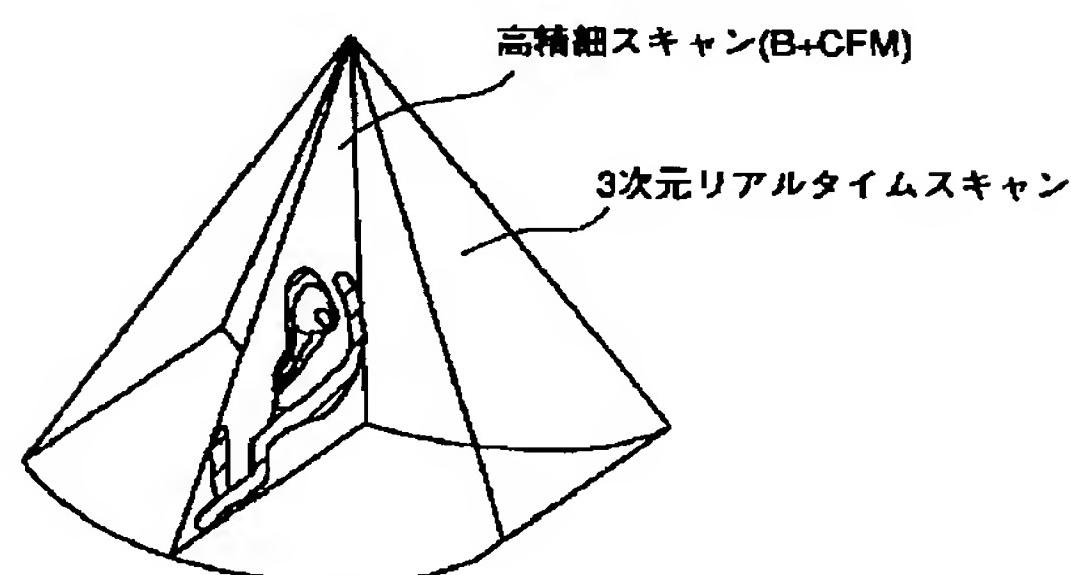
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

